

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 101 18 053 A 1**

⑤1 Int. Cl. 7:
F 15 B 13/043
F 02 M 47/00
F 16 K 31/02

②1 Aktenzeichen: 101 18 053.5
②2 Anmeldetag: 11. 4. 2001
④3 Offenlegungstag: 24. 10. 2002

DE 101 18 053 A 1

⑦1 Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

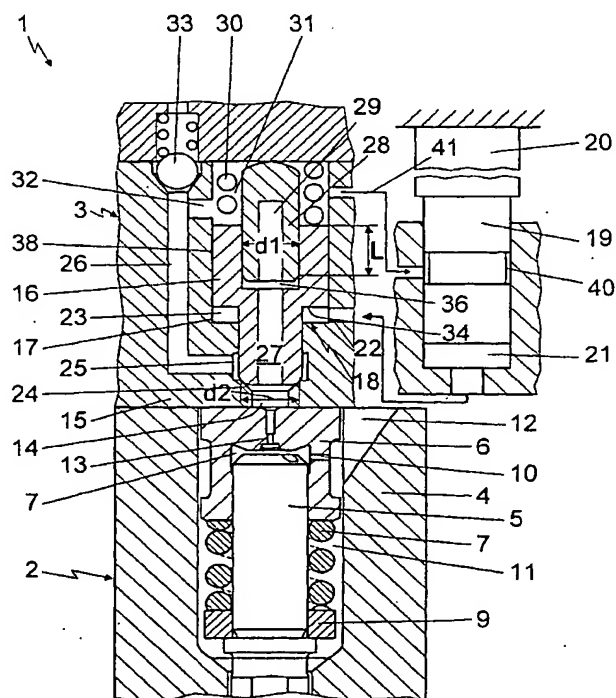
⑦2 Erfinder:
Stoecklein, Wolfgang, 70176 Stuttgart, DE;
Schmieder, Dietmar, 71706 Markgröningen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten

⑤7 Es wird ein Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten, mit einer insbesondere piezoelektrischen Aktor-Einheit (20) zur Betätigung eines Ventilieds vorgeschlagen, das mindestens einen Stellkolben (19) und mindestens einen in einem Ventilkörper (15) geführten Betätigungskolben (16) aufweist, der ein Ventilschließglied betätigt, das mit mindestens einem an dem Ventilkörper (15) ausgebildeten Ventilsitz (24) zusammenwirkt und in Schließstellung eine Steuerbohrung (14) von einem Ablaufraum (25) trennt, von welchem ein Rücklaufkanal (26) abzweigt, wobei zwischen dem Stellkolben (19) und dem Betätigungskolben (16) eine Hydraulikkammer (18) angeordnet ist, die eine Bewegung des Stellkolbens (19) auf den Betätigungskolben (16) überträgt. Um die Größe der Aktor-Einheit (20) gering halten zu können, ist der Betätigungskolben (16) bei geschlossenem Ventilschließglied im wesentlichen hydraulisch kraftausgeglichen gelagert (Figur 2).



DE 101 18 053 A 1

[0001] Die Erfindung geht von einem Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten gemäß der im Oberbegriff des Patentanspruches 1 näher definierten Art aus.

[0002] Ein derartiges Ventil ist aus der Praxis bekannt und wird beispielsweise in Verbindung mit einem Einspritzventil, insbesondere einem Einspritzventil eines Common-Rail-Speichereinspritzsystems für Dieselvebrennungsmaschinen eingesetzt. Ein solches Einspritzventil weist einen Ventilsteuerkolben auf, der mit einer Düsenadel eine Baueinheit bildet und zumindest teilweise von einem Raum umschlossen ist, der über eine Kraftstoffzufuhrleitung mit einem Hochdruckanschluß verbunden ist und Kraftstoff enthält. Die Düsenadel wirkt mit einem korrespondierend ausgebildeten Ventilsitz zusammen, so daß in Abhängigkeit von der Lage des Ventilsteuerkolbens über eine zu einem Verbrennungsraum der Verbrennungsmaschine führende Öffnung des Einspritzventils die Kraftstoffeinspritzung in den Verbrennungsraum gesteuert werden kann. Die Lage des Ventilsteuerkolbens und damit diejenige der Düsenadel wird mittels des einleitend genannten Ventils zum Steuern von Flüssigkeiten festgelegt, das über einen sogenannten Ventilsteuerraum mit dem Ventilsteuerkolben in Wirkverbindung steht.

[0003] Der Ventilsteuerraum steht über eine Zulaufdrossel mit der Kraftstoffzufuhrleitung und über eine sogenannte Ablaufdrossel mit dem einleitend genannten Ventil, dem sogenannten Ventilsteuermodule, in Wirkverbindung und grenzt an das freie Ende, d. h. an das der Düsenadel abgewandte Ende des Ventilsteuerkolbens. Dieser Aufbau ermöglicht einen gezielten, mittels des Ventilsteuermodule ausgelösten, nachfolgend beschriebenen Druckaufbau und Druckabbau in dem Ventilsteuerraum.

[0004] In Schließstellung des ventilartig ausgebildeten Ventilsteuermodule herrscht in dem Ventilsteuerraum der über die Zulaufdrossel wirkende Hochdruck, im Fall eines Common-Rail-Einspritzsystems der sogenannte Rail-Druck. Unter diesen Druckverhältnissen befindet sich der Ventilsteuerkolben und damit auch die Düsenadel in Schließstellung. Wird nun der beispielsweise piezoelektrische Aktor des Ventilsteuermodule betätigt, so öffnet das Ventilschließglied des Ventilsteuermodule. Dadurch kann der sich in dem Ventilsteuerraum befindende Kraftstoff über eine Steuerbohrung und einen Ablaufraum, welche dem Ventilsteuermodule zugeordnet sind, in einen Rücklaufkanal ablaufen, wobei sich der Druck in dem Ventilsteuerraum reduziert. Aufgrund dessen verschiebt sich die aus dem Ventilsteuerkolben und der Düsenadel bestehende Baueinheit in Richtung Ventilsteuerraum, so daß die zu dem Verbrennungsraum führende Öffnung freigegeben und Kraftstoff in denselben eingespritzt wird. Sobald das Ventilschließglied des Ventilsteuermodule wieder in Schließstellung gebracht wird, baut sich in dem Ventilsteuerraum über die Zulaufdrossel erneut der sogenannte Rail-Druck auf, und der Ventilsteuerkolben wird so wieder in Schließstellung verfahren. Dadurch wird das Einspritzventil zum Verbrennungsraum hin dicht abgeschlossen, und es gelangt kein Kraftstoff in letzteren.

[0005] Bei dem bekannten, vorstehend beschriebenen Einspritzventil der einleitend genannten Art, welches beispielsweise als Einfachstanzventil ausgebildet ist, besteht der Nachteil, daß eine hohe Öffnungskraft zur Betätigung der Düsenadel erforderlich ist. Des weiteren gestaltet sich die aufgrund von Leckage stets erforderliche Nachbefüllung der Hydraulikkammer als aufwendig.

[0006] Das Ventil nach der Erfindung mit den Merkmalen nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1, bei welchem der Betätigungskolben zumindest bei geschlossenem Ventilschließglied im wesentlichen hydraulisch kraftausgeglichen gelagert ist, hat demgegenüber den Vorteil, daß zur Öffnung des Ventilschließglieds erheblich geringere Kräfte erforderlich sind. Denn hier muß der Betätigungskolben nicht – wie bei den Ventilen nach dem Stand der Technik – gegen den auf das Ventilschließglied wirkenden Fluidruck, im Fall eines Common-Rail-Einspritzsystems gegen den sogenannten Rail-Druck, der bis zu 1,6 kbar betragen kann, geöffnet werden.

[0007] Dadurch ist es möglich, piezoelektrische Aktoren geringerer Größe einzusetzen, was wiederum zu einer Kostenreduzierung des Schaltventils führt. Alternativ oder zusätzlich kann der insbesondere piezoelektrische Aktor bei dem Ventil nach der Erfindung auch mit einer geringeren Spannung angesteuert werden, was wiederum gegenüber den Ventilen nach dem Stand der Technik zu einer Verringerung des Energiebedarfs führt.

[0008] Nach einer vorteilhaften Ausführungsform des Ventils nach der Erfindung ist das Ventilschließglied vorzugsweise Bestandteil des Betätigungskolbens. Der Betätigungskolben weist vorteilhaft eine von dem Steuerraum abzweigende Axialbohrung auf, die den Betätigungskolben durchgreift. Diese Axialbohrung führt beispielsweise von dem vor dem Ventilsitz angeordneten Steuerraum zu einem an der entgegengesetzten Seite des Betätigungskolbens angeordneten Raum, so daß in diesem zumindest bei geschlossenem Ventilschließglied der in dem Steuerraum herrschende Druck herrscht.

[0009] Vorteilhaft ist die Axialbohrung als gestufte Bohrung ausgebildet, wobei der Bereich vergrößerten Durchmessers an dem dem Steuerraum abgewandten Ende des Betätigungskolbens ausgebildet und in diesem Bereich ein Führungsstift angeordnet ist. Dieser Führungsstift begrenzt dann den Raum, der an der dem Steuerraum abgewandten Ende des Betätigungskolbens liegt und in dem der in der Steuerbohrung herrschende Druck herrscht.

[0010] Um den Führungsstift definiert an eine Wandung des Ventilkörpers pressen zu können, weist dieser vorteilhaft eine Sackbohrung auf, welche im wesentlichen in der Achse der Axialbohrung des Betätigungskolbens liegt.

[0011] Der Betätigungskolben ist beispielsweise als gestufter Zylinder ausgebildet. Die Schulterfläche dieses gestuften Zylinders kann dann die Fläche des Betätigungskolbens bilden, die dem mittels der Hydraulikkammer von dem Stellkolben auf dem Betätigungskolben ausgeübten Druck ausgesetzt ist.

[0012] Die Schulterfläche kann hierbei so ausgerichtet sein, daß sich der Betätigungskolben bei Betätigung der Aktor-Einheit in der der Steuerbohrung abgewandten Richtung bewegt.

[0013] Der Betätigungskolben kann mittels einer in einem Federraum angeordneten Druckfeder in Schließrichtung vorgespannt sein. Der Federraum kann mit dem Rücklaufkanal in Verbindung stehen, so daß in dem Federraum der in dem Rücklaufkanal herrschende Druck vorliegt.

[0014] Um auch bei unterschiedlichem Radialspiel des Stellkolbens und des Betätigungskolbens zu gewährleisten, daß in der Hydraulikkammer stets der gleiche Druck herrscht wie in dem Federraum, kann der Federraum über einen Druckausgleichskanal mit einem Ringraum verbunden sein, der von einer Ringnut gebildet ist, die am Umfang des Stellkolbens ausgebildet ist.

[0015] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen

des Gegenstandes nach der Erfindung sind der Beschreibung, der Zeichnung und den Patentansprüchen entnehmbar.

Zeichnung

[0016] Ausführungsbeispiele des Ventils nach der Erfindung sind in der Zeichnung schematisch vereinfacht dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

[0017] Fig. 1 einen für die Erfindung relevanten Bereich eines Einspritzventils mit einer Ventilsteuereinheit nach der Erfindung im Längsschnitt; und

[0018] Fig. 2 eine alternative Ausführungsform eines erfindungsgemäß ausgebildeten Einspritzventils im Längsschnitt.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0019] Das in der Figur dargestellte Ausführungsbeispiel zeigt ein Kraftstoffeinspritzventil 1, welches zum Einbau in eine nicht dargestellte Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs vorgesehen ist und hier als Common-Rail-Injektor zur Einspritzung von vorzugsweise Dieseldieselkraftstoff ausgebildet ist. Das Kraftstoffeinspritzventil 1 umfaßt hierzu als wesentliche Baueinheiten ein Düsenmodul 2 und ein Ventilsteuermodul 3.

[0020] Das Düsenmodul 2 umfaßt einen Düsenkörper 4, in welchem ein sogenannter Ventilsteuerkolben 5 angeordnet ist, der mit einer hier nicht dargestellten Düsennadel, welche eine zu einem Brennraum der Brennkraftmaschine führende Öffnung des Einspritzventils 1 steuert, in Wirkverbindung steht bzw. mit dieser eine Baueinheit bildet.

[0021] In dem Düsenmodul 2 ist des weiteren ein Federteller 6 angeordnet, in dem das freie Ende des Ventilsteuerkolbens 5 geführt ist und der zusammen mit letzterem einen Ventilsteuerraum 7 begrenzt. Der Federteller 6 stützt sich über eine Feder 8 an einem Auflager 9 ab, das mit dem Ventilsteuerkolben 5 verbunden ist.

[0022] In dem Federteller 6 bzw. in dessen die Aufnahme für den Ventilsteuerkolben 5 umgebenden Wandung ist eine radial nach außen ausgerichtete, sogenannte Zulaufdrossel 10 ausgebildet, die von dem Ventilsteuerraum 7 zu einem Hochdruckraum 11 führt, welcher zwischen der Außenkontur des Federtellers 6 und dem ihn umschließenden Düsenkörper 4 ausgebildet ist und über eine Kraftstoffzufuhrleitung 12 mit einem hier nicht dargestellten Hochdruckspeicher, dem sogenannten Common-Rail, verbunden ist. In axialer Richtung ist der Ventilsteuerraum 7 über eine sogenannte Ablaufdrossel 13 mit einem Steuerraum 14 verbunden, der dem Ventilsteuermodul 3 zugeordnet ist.

[0023] Die Lage des Ventilsteuerkolbens 5 und damit diejenige der Düsennadel wird über das Druckniveau in dem Ventilsteuerraum 7 gesteuert. Dieses wird wiederum mittels des Ventilsteuermoduls 3 eingestellt.

[0024] Das Ventilsteuermodul 3 umfaßt einen Steuermodulkörper 15, in welchem ein gestuft ausgebildeter Betätigungskolben 16 in einer gestuften Bohrung 17 geführt ist. Der Betätigungskolben 16 steht über eine Hydraulikkammer 18 mit einem Stellkolben 19 in Wirkverbindung. Der Stellkolben 19 kann an einem beliebigen Ort innerhalb oder außerhalb des Steuerkörpers 15 angeordnet sein. Er wird mittels einer hier als piezoelektrischer Aktor ausgebildeten Aktuator-Einheit 20 betätigt.

[0025] Über das Ausgleichsvolumen der Hydraulikkammer 18 können Toleranzen aufgrund von Temperaturgradienten bzw. unterschiedlichen Temperaturelastizitätskoeffizienten der verwendeten Materialien sowie eventuelle Setzeffekte ausgeglichen werden, ohne daß dadurch eine

Änderung der Position des anzusteuernenden Betätigungskolbens 16 auftritt. Die Hydraulikkammer 18 besteht hier aus einem dem Stellkolben 19 zugeordneten und dessen freie Stirnseite begrenzenden Zylinderraum 21, einem Kanal 22 und einem ringförmigen, den Bereich verringerten Durchmessers des gestuften Betätigungskolbens 16 umgebenden Ringraum 23.

[0026] An dem dem Steuerraum 14 zugewandten Ende ist der Betätigungskolben 16 bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel als Ventilschließglied ausgebildet, das mit einem Ventilsitz 24 zusammenwirkt und in Schließstellung den Steuerraum 14 von einem sogenannten Ablaufraum 25 trennt, von welchem ein Kraftstoffrücklaufkanal 26 abzweigt, welcher zu einem hier nicht dargestellten Kraftstoffvorratstank führt.

[0027] In dem Betätigungskolben 16 ist axial ausgerichtet ein beispielsweise als Bohrung ausgebildeter Kanal 27 angeordnet, welcher von dem Steuerraum 14 zu dem diesem abgewandten Ende des Betätigungskolbens 16 führt und sich in einen Bereich 36 vergrößerten Durchmessers aufweitert.

[0028] In dem Bereich 36 vergrößerten Durchmessers ist ein Führungsstift 28 angeordnet, der an der dem Steuerraum 14 zugewandten Seite eine Sackbohrung 29 aufweist.

[0029] Der Durchmesser d1 des Führungsstiftes 28 und damit auch derjenige des Bohrungsbereichs 36 entspricht im wesentlichen dem Durchmesser d2 des Ventilsitzes 24, d. h. dem Dichtdurchmesser des als Ventilschließglied ausgebildeten Bereichs des Betätigungskolbens 16. Der Führungsstift 28 ist so ausgebildet, daß er mit minimalem Spiel und maximaler Führungslänge L in dem Bohrungsbereich 36 geführt ist.

[0030] An der dem Düsenmodul 2 abgewandten Stirnseite des Betätigungskolbens 16 greift an demselben eine Druckfeder 30 an, die in einem Federraum 31 angeordnet ist, den Führungsstift 28 umgreift und sich an einer Wand des Steuerkörpers 15 abstützt. Der Federraum 31 ist über einen Querkanal 32 mit dem Kraftstoffrücklaufkanal 16 verbunden. Stromab der Mündungsstelle des Querkanal 32 ist in dem Kraftstoffrücklaufkanal 32 ein Druckbegrenzungsventil 33 angeordnet.

[0031] Das vorstehend beschriebene Einspritzventil arbeitet in nachfolgend beschriebener Weise.

[0032] In geschlossenem Zustand des Kraftstoffeinspritzventils 1, d. h., wenn keine Spannung an dem piezoelektrischen Aktor 20 anliegt, befindet sich der als Ventilschließglied ausgebildete Bereich des Betätigungskolbens 16 an dem diesem zugeordneten Ventilsitz 24. In diesem Zustand herrscht über die Zulaufdrossel 10 in dem Ventilsteuerraum 7 und damit über die Ablaufdrossel 13 in dem Steuerraum 14 der in dem Hochdruckraum 11 herrschende Druck, im vorliegenden Fall also der Rail-Druck. Über die Bohrung 27 wird dieser Druck weiter in den zwischen dem Führungsstift 28 und dem Betätigungskolben 16 liegenden Raum des Bohrungsbereichs 36 übertragen.

[0033] Die von dem Rail-Druck beaufschlagte Fläche der freien Stirnseite des Betätigungskolbens 16, welche die Mündung der Bohrung 27 umgibt, entspricht der zu dieser parallel ausgerichteten Fläche des Betätigungskolbens 16, welche die Mündung der Bohrung 27 in den Bohrungsbereich 36 umgibt. Damit wirkt auf den sich gegenüberliegenden Seiten jeweils die gleiche hydraulische Kraft auf den Betätigungskolben 16, so daß dieser hydraulisch kraftausgeglichene gelagert ist. Die Schließstellung des Betätigungskolbens 16 wird mittels der Druckfeder 30 gewährleistet, welche den erforderlichen Druck auf den Betätigungskolben ausübt.

[0034] Wenn das Einspritzventil 1 geöffnet werden soll, wenn also die mittels der hier nicht dargestellten Düsennadel verschlossene Einspritzdüse geöffnet werden soll, wird

an dem piezoelektrischen Aktor 20 eine Spannung angelegt, worauf sich dieser schlagartig in axialer Richtung, d. h. in Richtung des Stellkolbens 19, ausdehnt. Der Stellkolben 19 wird dadurch in die dem Aktor 20 abgewandte Richtung verschoben. Dies wiederum löst über die Hydraulikkammer 18 eine Verschiebung des Betätigungskolbens 13 aus, und zwar so, daß der von dem Stellkolben 19 über die Hydraulikkammer 18 vermittelte Druck auf die Schulterfläche 34 des gestuften Betätigungskolbens 16 wirkt und diesen gegen den von der Druckfeder 30 ausgeübten Druck in der dem Steuer-
raum 14 abgewandten Richtung verschiebt, wodurch eine Verbindung zwischen dem Steuer-
raum 14 und dem Ablaufraum 25 hergestellt wird. Dadurch strömt sich in dem Steuer-
raum 14 befindlicher Kraftstoff in den Ablaufraum 25 und von dort in der Kraftstoffrücklaufkanal 26. Über die Ab-
laufdrossel 13 wird dadurch der Ventilsteuer-
raum 7 entlastet, so daß sich der Druck in demselben abbaut und sich der Ventilsteu-
erkolben 5 in Richtung des Ventilsteuermoduls 3 verschiebt. Dadurch wird die zu dem Verbrennungsraum der
Verbrennungsmaschine führende Öffnung freigegeben, so daß unter Hochdruck stehender, in dem Hochdruckraum 11
befindlicher Kraftstoff in den Verbrennungsraum eingespritzt wird.

[0035] Der über den Kraftstoffrücklaufkanal 26 abgeführte Kraftstoff strömt in den Kraftstoffvorratstank zurück, wenn der Druck in dem Rücklaufkanal 26 einen bestimmten Wert, z. B. 30 bar, übersteigt. Dies bedeutet, daß dieser Druck in den Federraum 31 und von dort über einen den Bereich vergrößerten Durchmessers des Betätigungskolbens 16 umgebenden Leckspalt 38 in den Ringraum 23, den Kanal 22 und den Zylinder-
raum 21 wirkt, so daß stets eine gegebenenfalls erforderliche Befüllung der Hydraulikkammer 18 erfolgen kann.

[0036] Wie oben schon ausgeführt, ist der Führungsstift 28 mit minimalen Spiel und maximaler Führungslänge L in der Bohrung 36 des Betätigungskolbens 16 geführt. Das Verhältnis des Durchmessers d1 der Bohrung 36 und zu dem Dichtdurchmesser d2 bestimmt die hydraulische Kraft, die auf den Betätigungskolben 16 wirkt. Dieses Verhältnis ist im vorliegenden Fall etwa gleich 1, so daß der Betätigungskolben 16 hydraulisch kraftausgeglichen gelagert ist. Dadurch ist zur Verschiebung des Betätigungskolbens 16 mittels des Stellkolbens 19 nur eine geringe, mittels des Aktors 20 aus-
übende Kraft erforderlich.

[0037] Wird die an dem piezoelektrischen Aktor 20 angelegte Spannung unterbrochen, so wird der Stellkolben 19 zurückgefahren, wodurch der in der Hydraulikkammer 18 herrschende Druck reduziert wird und der Betätigungskolben 16 mittels der Feder 30 in Richtung des Düsenmoduls 2 verfahren wird, bis er in dem Ventilsitz 24 zu liegen kommt. Dadurch baut sich in dem Ventilsteuer-
raum 7 erneut der sogenannte Rail-Druck auf, so daß der Betätigungskolben 5 und damit die Düsen-
nadel wieder in Schließstellung verfahren werden.

[0038] Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 2, bei dem aus Gründen der Übersichtlichkeit für funktionsgleiche Bauteile die gleichen Bezugszeichen wie in Fig. 1 gewählt sein, unterscheidet sich von demjenigen nach Fig. 1 dadurch, daß der Federraum 31 über einen Druckausgleichskanal 41 mit einem Ringraum verbunden ist, der von einer Ringnut 40 des Stellkolbens 19 gebildet ist.

[0039] Durch den Druckausgleichskanal 41 wird gewährleistet, daß in der Hydraulikkammer 21 stets der gleiche Konstantdruck wie in dem Federraum 31 herrscht. Dadurch können gegebenenfalls durch das Radialspiel des Betätigungskolbens 16 in der gestuften Bohrung 17 und das Radialspiel des Stellkolbens 19 in seiner Führungsbohrung ent-
stehende Druckunterschiede ausgeglichen werden, so daß

stets konstante Belastungen des piezoelektrischen Aktors 20 herrschen und Streuungen in der mittels des Einspritzventils 1 eingespritzten Einspritzmengen weitgehend ausgeschlossen sind.

Patentansprüche

1. Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten, mit einer insbesondere piezoelektrischen Aktor-Einheit (20) zur Betätigung eines Ventiltglieds, das mindestens einen Stellkolben (19) und mindestens einen in einem Ventilkörper (15) geführten Betätigungskolben (16) aufweist, der ein Ventilschließglied betätigt, das mit mindestens einem an dem Ventilkörper (15) ausgebildeten Ventilsitz (24) zusammenwirkt und in Schließstellung eine Steuerbohrung (14) von einem Ablaufraum (25) trennt, von welchem ein Rücklaufkanal (26) abzweigt, wobei zwischen dem Stellkolben (19) und dem Betätigungskolben (16) eine Hydraulikkammer (18) angeordnet ist, die eine Bewegung des Stellkolbens (19) auf den Betätigungskolben (16) überträgt, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Betätigungskolben (16) zumindest bei geschlossenem Ventilschließglied im wesentlichen hydraulisch kraftausgeglichen gelagert ist.
2. Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventilschließglied Bestandteil des Betätigungskolbens (16) ist.
3. Ventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Betätigungskolben (16) eine von dem Steuer-
raum (14) abzweigende Axialbohrung (27) hat, die den Betätigungskolben (16) durchgreift.
4. Ventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Axialbohrung (27) als gestufte Bohrung ausgebildet ist und in dem Bohrbereich (36) vergrößerten Durchmessers ein Führungsstift (28) angeordnet ist.
5. Ventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser (d1) des Bohrbereichs (36) vergrößerten Durchmessers dem Dichtdurchmesser (d2) des Ventilschließglieds entspricht.
6. Ventil nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Führungsstift (28) eine Sackbohrung (29) aufweist, die im wesentlichen in der Achse der Axialbohrung (27) des Betätigungskolbens liegt.
7. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Betätigungskolben (16) im wesentlichen als gestufter Zylinder ausgebildet ist.
8. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Betätigungskolben (16) bei Betätigen der Aktor-Einheit (20) in der der Steuerbohrung (14) abgewandten Richtung bewegt.
9. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Betätigungskolben (16) mittels einer in einem Federraum (31) angeordneten Druckfeder (30) in Schließrichtung vorgespannt ist.
10. Ventil nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Federraum (31) mit dem Rücklaufkanal (26) in Verbindung steht.
11. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Rücklaufkanal (26) ein Überdruckventil (33) angeordnet ist.
12. Ventil nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Schulterfläche (34) des einen gestuften Zylinder bildenden Betätigungskolbens (16) die Fläche des Betätigungskolbens (16) bildet, auf die der mittels der Hydraulikkammer (18) von dem Stellkolben (19) auf den Betätigungskolben (16) ausgeübte Druck wirkt.

13. Ventil nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Federraum (31) über einen Druckausgleichskanal (41) mit einem Ringraum verbunden ist, der aus einer Ringnut (40) gebildet ist, die an der Umfangsfläche des Stellkolbens (19) ausgebildet ist. 5

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

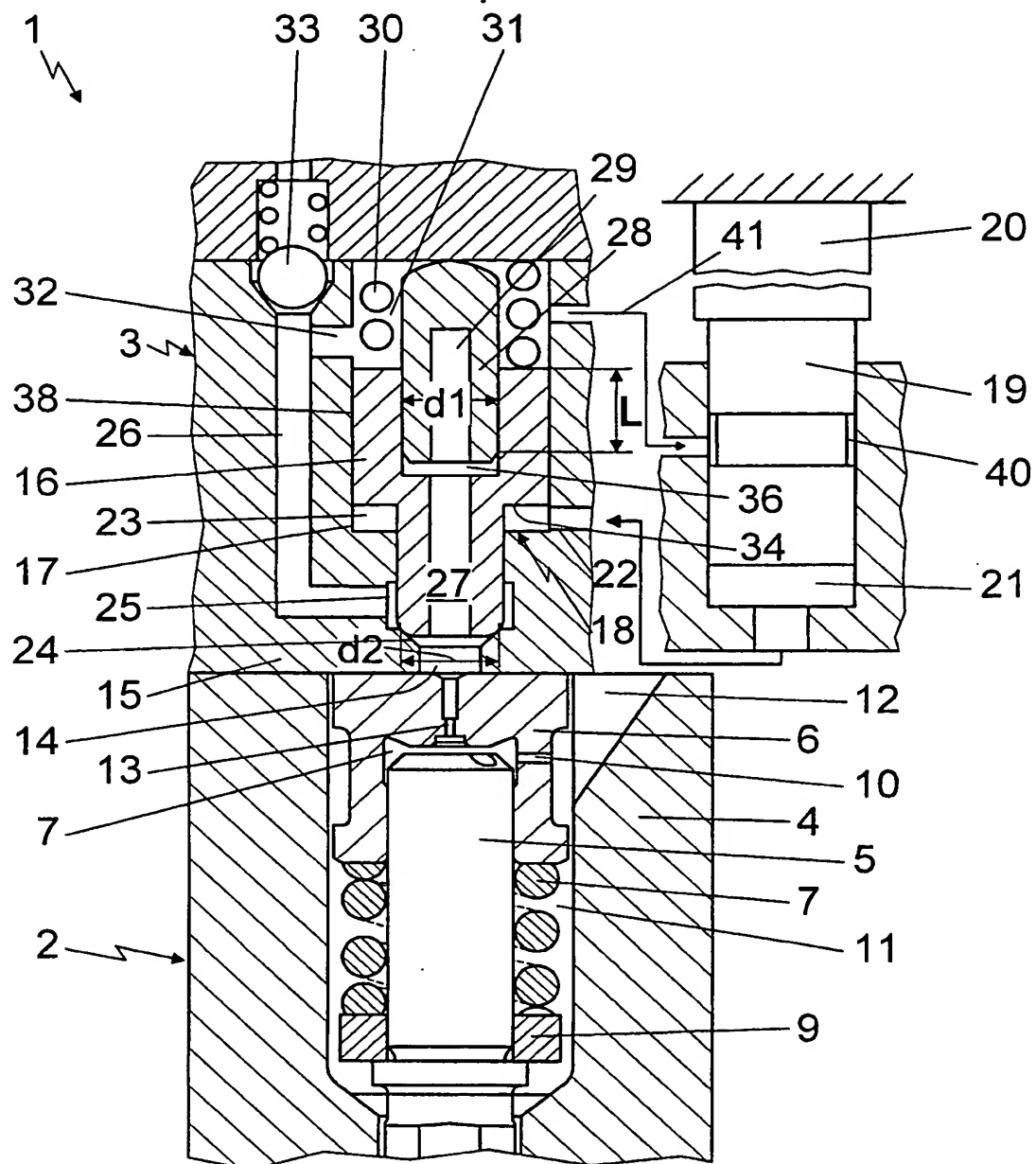


Fig. 2

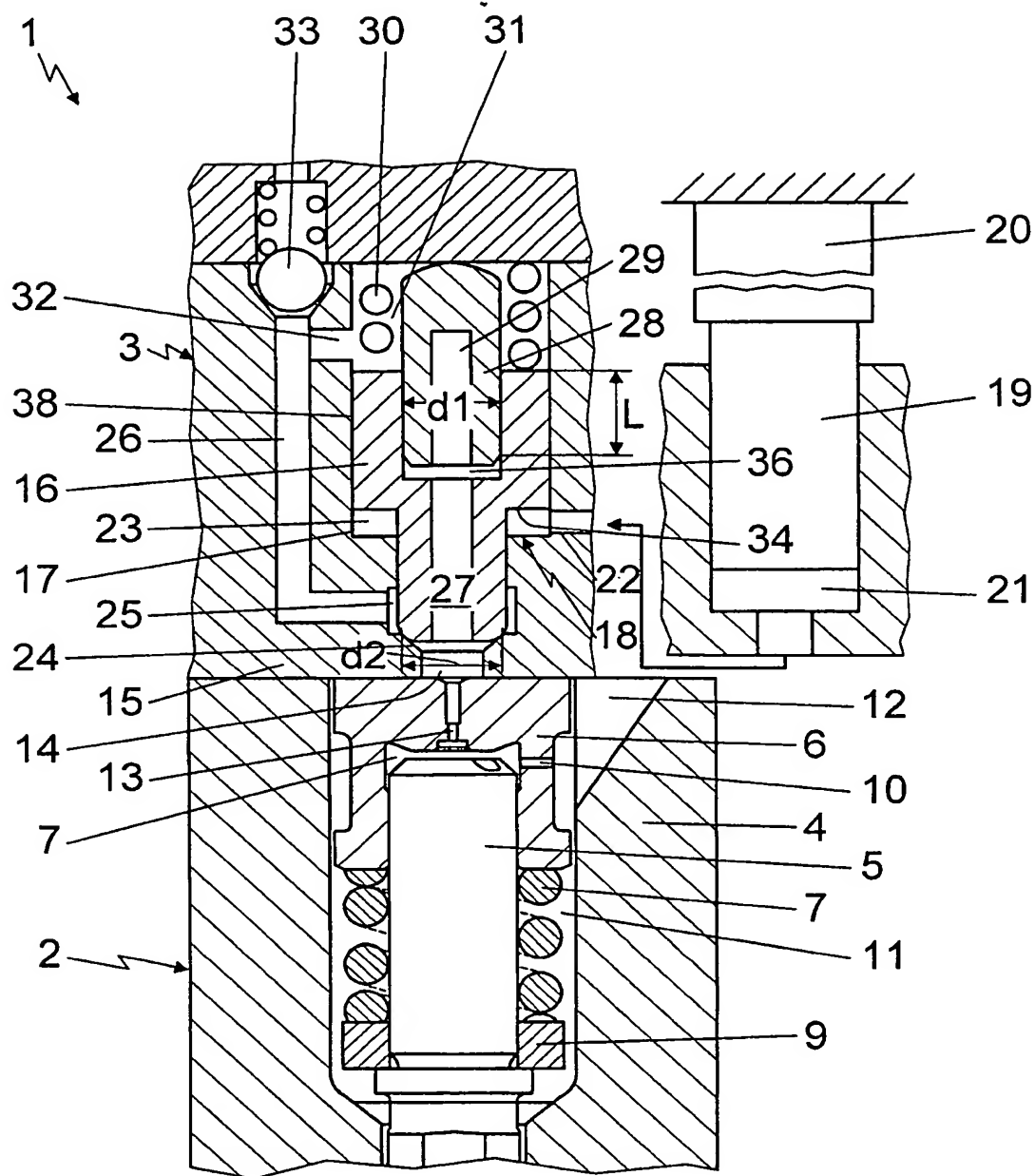


Fig. 1

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.